



(19)

(11) Publication number:

06281421 /

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 03270918

(51) Intl. Cl.: G01B 11/24 G01B 11/00 G01C 3/06
G06F 15/62 G06F 15/70

(22) Application date: 18.10.91

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 07.10.94

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL
STANLEY ELECTRIC CO LTD(72) Inventor: TOMITA FUMIAKI
ISHIYAMA YUTAKA

(74) Representative:

(54) IMAGE PROCESSING
METHOD

(57) Abstract:

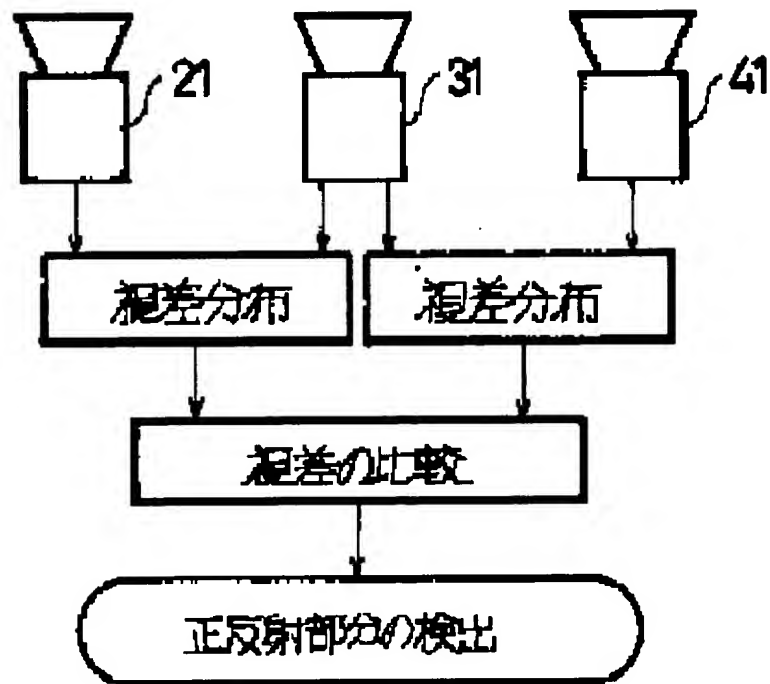
PURPOSE: To provide correct data taking into consideration the regularly reflected part of the subject in the image processing where the three-dimensional distance data of the subject are measured in a non-contact manner from the equi-brightness curve by the shading.

CONSTITUTION: The equi-brightness curve is extracted from the right and left stereo images of the subject by the shading by using two ITV camera 21, 31 out of three cameras where the optical axis and the coordinate system (photographing plane) are parallel to each other, the data

corresponding to the stereo of the equi-brightness curve are obtained to extract the parallax of each point of the subject, and the distance of each point of the subject from these parallax data are measured to compute the three-dimensional distance data. Then, the three-dimensional distance data of the subject are computed in the same procedure by using two ITV cameras 31, 41 on the other side, and the three-dimensional distance data of the subject are corrected by detecting the regularly reflected part of the subject from the difference of these respective three-dimensional data.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-281421

(43) 公開日 平成6年(1994)10月7日

(51) Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24	C	9108-2F		
11/00	H	9206-2F		
G 0 1 C 3/06	Z	9008-2F		
G 0 6 F 15/62	4 1 5	9287-5L		
15/70	3 5 0 J	8837-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-270918

(22) 出願日 平成3年(1991)10月18日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74) 上記1名の復代理人 弁理士 丹羽 宏之 (外2名)

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

(74) 上記1名の代理人 弁理士 丹羽 宏之 (外1名)

(72) 発明者 富田 文明

茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内

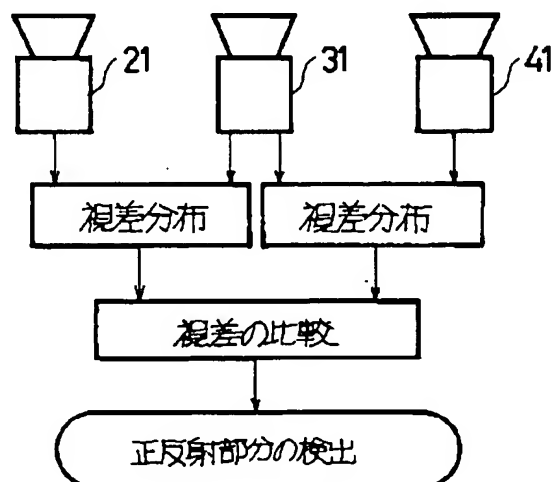
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法

(57) 【要約】

【目的】 シェーディングによる等輝度線から対象物の3次元距離データを非接触にて計測する画像処理において、対象物の正反射部分を考慮した正確なデータを得る。

【構成】 光軸及び座標系（撮像面）が平行な3台のカメラのうち側の2台のITVカメラ21、31を用いて、シェーディングにより対象物の左右のステレオ画像から等輝度線を抽出し、その等輝度線のステレオ対応データを求めて対象物の各点の視差を抽出し、それらの視差データから対象物の各点の距離を計測して該対象物の3次元距離データを演算する。次に他側の2台のITVカメラ31、41を用いて、同手順で前記対象物の3次元距離データを演算し、これらの各3次元距離データの差から対象物の正反射部分を検出して前記対象物の3次元距離データを補正する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸及び座標系が平行な3台のカメラのうち一側の2台のカメラを用いて、シェーディングにより対象物の左右のステレオ画像から等輝度線を抽出し、その等輝度線のステレオ対応データを求めて対象物の各点の視差を抽出し、それらの視差データから対象物の各点の距離を計測して該対象物の3次元距離データを演算するとともに、他側の2台のカメラを用いて、同手順で前記対象物の3次元距離データを演算し、これらの各3次元距離データの差から対象物の正反射部分を検出して前記対象物の3次元距離データを補正することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、対象物の表面のシェーディングから等輝度線を抽出し、その等輝度線をステレオ画像の対応単位として視差を抽出することにより、対象物の3次元距離データを非接触で計測する画像処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 3次元物体の対象物に対して、非接触でその3次元距離データを計測する場合、例えば特開平2-29878号公報に示されているように、光軸及び座標系（撮像面）が平行な2台のカメラを使用することが提案されている。これは、その2台のカメラで同一の対象物を撮像し、各テクスチャ領域を構成する画素についてそれぞれ対応付けを行い、その結果から視差を抽出することにより対象物までの距離を演算するようにしたものである。

【0003】 ここで、上記対象物までの距離を求める際に光源を利用して対象物の形状を決定しているが、この時、対象となる面の反射率の性質と光源の特性とから面の法線方向を求めている。これは、結果として面の法線方向のデータしか求まらないので、あらかじめ面の凹凸などの情報を与えておく必要がある。この方法は、陰影からの形状決定（shape from shading）と呼ばれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような3次元距離データを計測する従来の画像処理方法にあっては、対象物の形状決定をするために対象面の反射率を求めなければならないので、処理が複雑になると共に、結果として面の法線方向のデータしか求まらず、実距離を計測することができないという問題点があった。

【0005】 本発明は、上記のような問題点に着目してなされたもので、簡単な処理で、非接触にて対象物の3次元距離データを正確に計測することが可能な画像処理方法を提供することを目的としている。

【0006】

2

【課題を解決するための手段】 本発明の画像処理方法は、光軸及び座標系が平行な3台のカメラのうち一側の2台のカメラを用いて、シェーディングにより対象物の左右のステレオ画像から等輝度線を抽出し、その等輝度線のステレオ対応データを求めて対象物の各点の視差を抽出し、それらの視差データから対象物の各点の距離を計測して該対象物の3次元距離データを演算するとともに、他側の2台のカメラを用いて、同手順で前記対象物の3次元距離データを演算し、これらの各3次元距離データの差から対象物の正反射部分を検出して前記対象物の3次元距離データを補正するようにしたものである。

【0007】

【作用】 本発明の画像処理方法においては、光軸及び座標系が平行な3台のカメラが使用され、そのうち一側の2台のカメラにより、対象物の左右のステレオ画像からシェーディングによる等輝度線が抽出され、その等輝度線のステレオ対応データが求められる。そして、その対応データから対象物の各点の視差が抽出され、それらの視差データから対象物の各点の距離が計測され、対象物の3次元距離データが演算される。同時に、他側の2台のカメラにより、同手順で対象物の3次元距離データが演算され、これらの3次元距離データの差から対象物の正反射部分が検出され、上記3次元距離データの補正が行われる。

【0008】

【実施例】 図1は本発明に係る画像処理を実施するための装置構成を示すブロック図であり、また図2はそのカメラ構成を模式的に示したものである。この装置は、マイクロコンピュータ1により制御される三つのITVカメラユニット2、3、4を有しており、さらに画像データを記憶する画像メモリ5、ディスプレイユニット6、プリンタ7、フロッピーディスク8及びキーボードターミナル9が備えられている。また、データバス10を介してホストコンピュータ11にも接続されており、ここから与えられた指示あるいはキーボードターミナル9から与えられた支持により上述の各部が制御され、対応する処理が行われるようになっている。

【0009】 上記三つのITVカメラユニット2、3、4は、それぞれアナログ撮像データを出力するITVカメラ21、31、41と、そのアナログデータをデジタルデータに変換するA/Dコンバータ22、32、42とから構成されている。また3台のITVカメラ21と31と41は、図2に示すように左右方向に水平に配置され、各々の光軸 Z_L 、 Z_C 、 Z_R は平行であり、かつ座標系（撮像面）も平行である。そして、各ITVカメラ21、31、41の投影中心点 O_L 、 O_C 、 O_R に対して3次元上の点Pの投影像の点 P_L 、 P_C 、 P_R の各々のX座標とY座標には次式の関係がある。

【0010】

$$X_L > X_C > X_R$$

$Y_L = Y_C = Y_R$

すなわち、各ITVカメラ21, 31, 41の走査線方向成分は一致しており、一方の画像上のある点に対するもう一方の画像上の対応点は同じ走査（ラスタスキャン）線の半直線上に存在することになり、いわゆるエピソード条件が成立している。

【0011】また、画像メモリ5は読み書き自在であり、各ITVカメラ21, 31, 41で撮像した画像の原画像データや、種々の処理データを記憶するようになっている。ディスプレイユニット6及びプリンタ7は、コンピュータ1の処理結果等を出力し、その処理結果等をフロッピーディスク8に登録するように構成されている。

【0012】次に、上記構成の装置による本発明の画像処理動作、すなわち対象物の3次元距離データの計測動作について説明する。

【0013】この動作はコンピュータ1により制御されるものであり、先ず図3に示すように、3台のITVカメラ21, 31, 41のうち側（中央部と左側）の2台のITVカメラ21, 31を用いて、シェーディングにより対象物の左右のステレオ画像から等輝度線を抽出し、その等輝度線のステレオ対応データを求めて対象物の各点の視差を抽出し、それらの視差データから対象物の各点の距離を計測して該対象物の3次元距離データを演算する。次に他側（中央部と右側）の2台のITVカメラ31, 41を用いて、同手順で前記対象物の3次元距離データを演算し、これらの各3次元距離データの差から対象物の正反射部分を検出して前記対象物の3次元距離データを補正する。

【0014】すなわち、2台ずつのITVカメラでそれぞれ対象物の視差分布を検出し、その視差を比較することにより対象物の正反射部分の検出を行っている。これは、左右のステレオ画像から得られる等輝度線によりステレオ対応を求め、その結果から視差を抽出して3次元距離を得る方法は乱反射面を対象としており、対象面に正反射部分が含まれていると計測結果が不正確になってしまうからであり、そのため正反射部分を検出して3次元距離データを補正している。

【0015】具体的には、2台ずつのITVカメラでそれぞれ計測した3次元距離データを比較して差の大きい部分を抽出しており、正反射の影響のある部分はその差が大きくなることを利用している。例えば、図4に示すような対象物に対して正反射部分を検出した結果は図5に示すようになる。以下、図6のフローチャートを参照しながら上記処理の詳細を手順を追って説明する。

【0016】（1）この処理が開始されると、コンピュータ1は先ず画像メモリ5及びこの処理で用いるレジスタ（図示せず）をステップS1にて初期化する。そして、ステップS2でITVカメラユニット2, 3により量子化された左右の原画像データを画像メモリ5に書き

込む。

【0017】（2）2台のITVカメラ21, 31（2台のカメラの光学的特性が若干異なる）により左右それぞれ入力された画像に対し、ステップS3でグレースケールのテストパターンを用いて同じ明るさに対して等しい輝度値となるように画像の各点の輝度値を調整する。これにより、シェーディングによる対象物の左右のステレオ画像が得られる。

【0018】（3）次に、ステップS4で輝度しきい値を一定間隔毎に変化させながら、ステップS5で2値化する。これにより得られる画像は、輝度切断面を表す画像となる。

【0019】（4）上記輝度切断面の各領域は、境界線付近にノイズを含んでいるため、ステップS6で平滑化処理を行い、ノイズを除去する。この平滑化処理では、収縮膨張処理が複数回行われる。

【0020】（5）各領域の境界を追跡しながら、該領域のラベル付けを行う。その際、注目画素の近傍画素を探索し、それらの画素データから境界線の傾きと座標を調べる。このようにして、ステップS7で等輝度線（領域の境界線）を抽出し、等輝度線の画像を得る。

【0021】また、他の輝度しきい値による切断面との間には包含関係があり、その様子を領域のラベル番号を用いた木構造のリストで表わす。

【0022】（6）次に、ステップS8で等輝度線の対応付けを行う。これは、等輝度線のステレオ対応データを求めるもので、ここでは先ず、領域間でその領域内に上述のエピソード条件を満足する点が存在するか否かを判定する。この判定には、簡略化のために領域の外接長方形の頂点座標が使用される。またこの対応は、上記（5）の処理で得られた包含関係の情報からも取ることができる。そして、このようにして、領域間の対応を取ると、次にその境界線（等輝度線）の対応点をエピソード条件や（5）の処理で得られた等輝度線の傾きから求める。

【0023】（7）ステップS9にて、上記の対応の取れた各点の視差（主走査方向のずれ）をそれぞれの座標値から演算し、視差の抽出を行う。これは、等輝度線のステレオ対応データから対象物の各点の視差を抽出するものである。

【0024】（8）輝度しきい値を変化させながら全濃度範囲にわたって上記（3）～（7）の処理を繰り返す。すなわち、ステップS10で全ての視差の抽出が完了するまでステップS4～ステップS9の動作を繰り返す。

【0025】（9）そしてステップS11で、上記等輝度線上に求めた視差から線の間の部分を補間する。

【0026】（10）次にステップS12で、上述の抽出された視差データから対象物の各点の距離の計測、つまり3次元距離データの演算を行う。その際、図2に示

ように同一の対象物上の点Pを左右のITVカメラ21, 31で撮像し、その画像について上述の処理を行った結果、左画像の画素 P_L と右画像の画素 P_R とが対応しているとする、点Pは、左側のITVカメラ21の焦点 O_L とその投影面の画素の点 P_L とを結ぶ直線と、右側のITVカメラ31の焦点 O_R とその投影面の画素の点 P_R とを結ぶ直線との交点に存在することになる。

【0027】したがって、ITVカメラ21と31の光軸間距離を $2a$ 、各ITVカメラ21, 31の焦点距離を f 、また点 P_L と P_R の視差を D とすると、対象物上の点Pまでの距離 Z は次式より求まる。

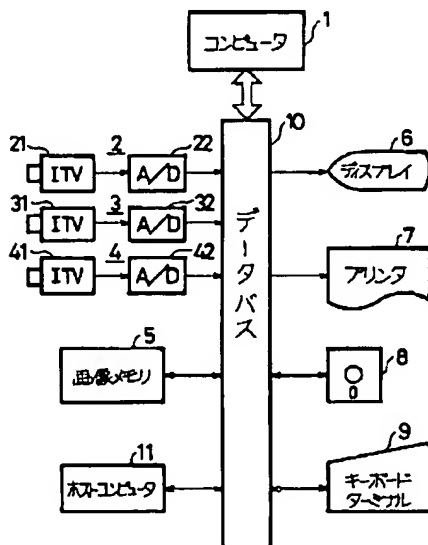
$$Z = 2af/D$$

(11) 次に、ステップS13で、ITVカメラユニット3, 4を使用し、上記(1)～(10)と同手順で対象物の3次元距離データを演算し、対象物上の点Pまでの距離を求める。そして、(10)で求めた距離と比較することにより、前述の正反射部分の検出を行う。

【0028】(12)そして、ステップS14で、上記検出した正反射部分を考慮して(10)で求めた3次元距離データの補正を行う。

【0029】以上、本発明の一実施例による対象物の3次元距離データの計測手順について説明したが、本実施例では上記のように対象物の正反射部分を検出して3次元距離データの補正を行っている、対象物の3次元距離データを非接触にて正確に計測することができる。また、正反射部分の検出は距離計測と同時に行うことができ、簡単な処理にて可能である。

【図1】



21, 31, 41: ITVカメラ

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、光軸及び座標系が平行な3台のカメラを使用し、2台ずつのカメラでそれぞれシェーディングから対象物の等輝度線を検出し、そのデータから視差を抽出して3次元距離データを演算し、これらのデータの差から対象物の正反射部分を検出して3次元距離データの補正を行うようにしたため、簡単な処理で、非接触にて対象物の3次元距離データを正確に計測することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る画像処理を実施するための装置構成を示すブロック図

【図2】 図1のITVカメラの構成を示す模式図

【図3】 本発明による正反射部分の検出の流れを示す説明図

【図4】 対象物の一例を示す説明図

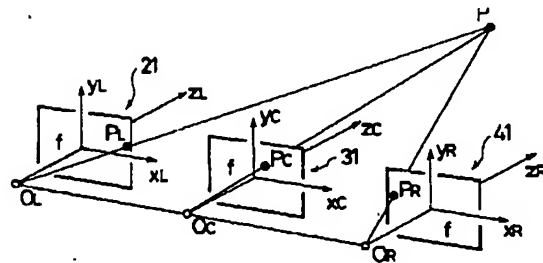
【図5】 図4の対象物の正反射部分を検出した様子を示す説明図

20 【図6】 図1のコンピュータによる処理動作を示すフローチャート

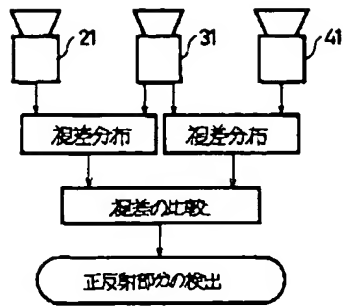
【符号の説明】

- 1 コンピュータ
- 2, 3, 4 ITVカメラユニット
- 5 画像メモリ
- 21, 31, 41 ITVカメラ

【図2】



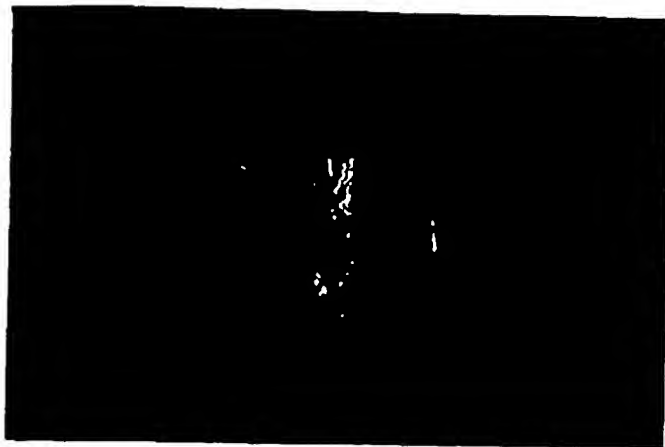
【図3】



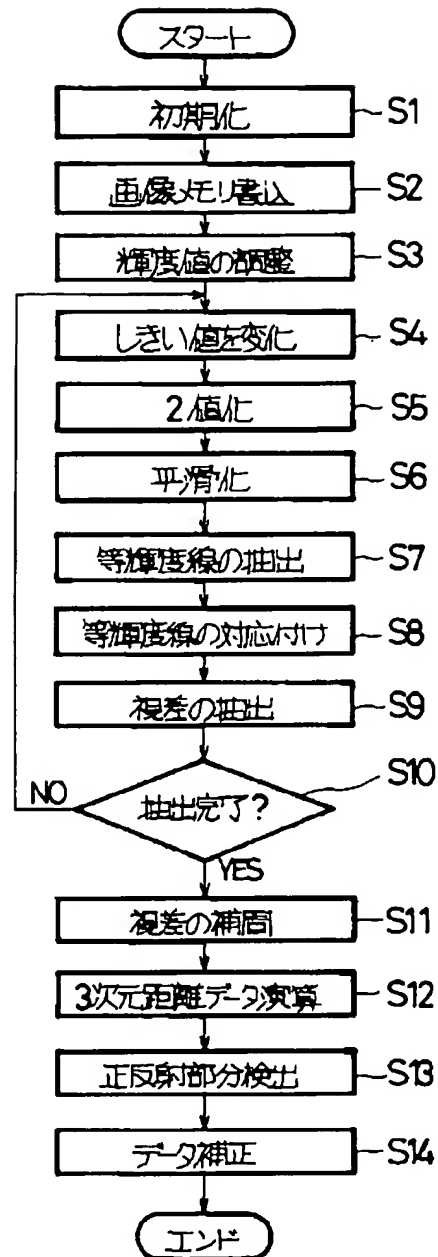
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 石山 豊
東京都港区高輪3-2-1